

2002P10355



[2]

[2]  
B2

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 101 40 799 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
F 02 M 51/06

⑯ Aktenzeichen: 101 40 799.8  
⑯ Anmeldetag: 20. 8. 2001  
⑯ Offenlegungstag: 6. 3. 2003

DE 101 40 799 A 1

⑯ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:  
Eichendorf, Andreas, Dr., 73614 Schorndorf, DE

⑯ Vertreter:  
Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte,  
80331 München

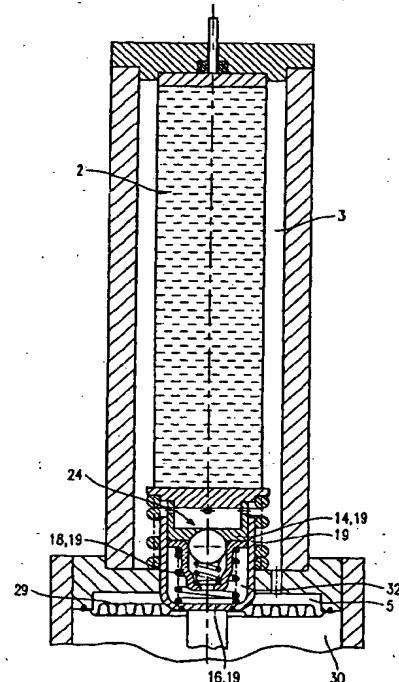
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 199 40 054 A1  
DE 197 44 235 A1  
DE 195 00 706 A1  
DE 100 06 319 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Brennstoffeinspritzventil

⑯ Ein Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einem piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (2) weist einen Koppler (19) mit einem Geberkolben (14) sowie einem Nehmerkolben (16) auf; die mit einem Druckraum (32) verbunden sind. Der Druckraum (32) ist mit einem Hydraulikfluid gefüllt und eine Kopplerfeder (18) drückt den Geberkolben (14) und den Nehmerkolben (16) auseinander. Der Druckraum (32) ist mit einem Aktorraum (3, 5) über ein Rückschlagventil (24) verbunden, dessen Sperrichtung zum Druckraum (32) gewandt ist. Der Aktorraum (3, 5) ist gegenüber einem Brennstoffraum (30) durch eine bewegliche Membran (29) abgedichtet.



DE 101 40 799 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

[0002] Aus der EP 0 477 400 A1 ist ein hydraulischer Koppler für einen piezoelektrischen Aktor bekannt, bei der der Aktor eine Hubkraft auf einen Geberkolben überträgt. Der Geberkolben ist mit einem Führungszyylinder für einen Nehmerkolben kraftschlüssig verbunden. Der Nehmerkolben, der Führungszyylinder und der den Führungszyylinder abschließende Geberkolben bilden eine Hydraulikkammer. In der Hydraulikkammer ist eine Feder angeordnet, die den Geberkolben und den Nehmerkolben auseinander drückt. Um einen Endabschnitt des Führungszyinders und den Nehmerkolben ist eine Gummimanschette angeordnet, durch die ein Vorratsraum für ein viskoses Hydraulikfluid gegenüber einem Brennstoffraum abgedichtet wird. Die Viskosität des Hydraulikfluids ist dem Ringspalt zwischen Nehmerkolben und Führungszyylinder angepaßt.

[0003] Der Nehmerkolben überträgt eine Hubbewegung mechanisch auf beispielsweise eine Ventilnadel. Wenn der Aktor auf den Geberkolben und den Führungszyylinder eine Hubbewegung überträgt, wird diese Hubbewegung durch den Druck des Hydraulikfluids in der Hydraulikkammer auf den Nehmerkolben übertragen, da das Hydraulikfluid in der Hydraulikkammer sich nicht zusammenpressen läßt und nur ein geringer Anteil des Hydraulikfluids durch den Ringspalt während des kurzen Zeitraumes eines Hubes in den durch die Gummimanschette gebildeten Vorratsraum entweichen kann. In der Ruhephase, wenn der Aktor keine Druckkraft auf den Geberkolben ausübt, wird durch die Feder der Nehmerkolben aus dem Führungszyylinder herausgedrückt und durch den entstehenden Unterdruck dringt über den Ringspalt das Hydraulikfluid in den Druckraum ein und füllt diesen wieder auf. Dadurch stellt sich der Koppler automatisch auf Längenausdehnungen und druckbedingte Dehnungen eines Brennstoffeinspritzventils ein.

[0004] Nachteilig an dem bekannten Stand der Technik ist, daß die Abdichtung durch eine Gummimanschette, die üblicherweise durch zwei Spannringe gegen den Endabschnitt des Führungszyinders und den Nehmerkolben gedrückt wird, auf Dauer nur unvollständig ist. Das hochviskose Hydraulikfluid und der Brennstoff können sich vermischen und es kann zu einem Ausfall des Kopplers kommen. Wenn Brennstoff, beispielsweise Benzin, in das Innere des Kopplers gelangt, so kann es zum Funktionsausfall kommen, da aufgrund der geringen Viskosität des Benzins diese Flüssigkeit zu schnell durch den Ringspalt hindurchtreten kann und sich in der Zeit des Hubes kein Druck im Druckraum aufbauen kann.

[0005] Der bekannte Stand der Technik bietet auch keine Lösung dafür an, wie der Piezoaktor vor dem Kontakt mit Brennstoff, insbesondere Benzin, geschützt werden kann.

[0006] Aus der DE 43 06 073 C1 ist ein Brennstoffeinspritzventil mit einem Piezoaktor bekannt, der mit einem großflächigen Druckkolben verbunden ist. Dieser Druckkolben wird mit einer Tellerfeder, die sich gegen ein Brennstoffeinspritzventilkörper abstützt, gegen den piezoelektrischen Aktor vorgespannt. Der Druckkolben ist in einer Bohrung des Ventilkörpers geführt und weist eine zentrale Bohrung auf, in der ein Nehmerkolben geführt ist, der mit einer Ventilnadel verbunden ist. In der Bohrung des Druckkolbens, zwischen dem Grund der Bohrung und dem Nehmerkolben, befindet sich eine Feder, die den Nehmerkolben in Richtung auf einen Ventilsitz vorspannt und aus der Bohrung herausdrückt. Das Brennstoffeinspritzventil weist eine Ventilnadel

auf, die nach innen öffnet. Zwischen dem Brennstoffeinspritzventilkörper und dem Druckkolben sowie der Gegenseite des Nehmerkolbens befindet sich ein Druckraum. Über den Ringspalt zwischen Nehmerkolben und Druckkolben,

5 die Bohrung in dem Druckkolben und eine Verbindungsbohrung steht der Druckraum mit dem Aktorraum in Verbindung. Der Aktorraum dient dabei als Vorratsraum für ein Hydraulikfluid. Wenn der Piezoaktor durch Anlegen einer Spannung betätigt wird, wird der Druckkolben in Richtung auf den Ventilsitz bewegt und durch die Erhöhung des Drucks des Hydraulikfluids im Druckraum der Nehmerkolben in die Bohrung in den Druckkolben entgegen zu dessen Bewegungsrichtung gedrückt und somit eine Ventilnadel aus dem Ventilsitz angehoben.

10 [0007] Nachteilig an diesem bekannten Stand der Technik ist, daß keine Lösung für ein nach außen öffnendes Brennstoffeinspritzventil ermöglicht wird. Weiterhin ist nachteilig, daß keine Vorrichtungen zum schnellen Wiederbefüllen des Druckraums nach Rückkehr in die Ruhelage vorgesehen sind. Schließlich ist der Aufbau mehrteilig und kompliziert, da ein Druckkolben, der in dem Brennstoffeinspritzventil in einer exakten Bohrung geführt wird, wiederum eine exakt zu fertigende Bohrung für den Nehmerkolben aufweisen muß.

## Vorteile der Erfindung

[0008] Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs

30 hat dem gegenüber den Vorteil, daß durch die bewegliche Membran eine sichere Abdichtung des Aktorraums gegenüber dem Brennstoffraum erreicht werden kann. Weiterhin ist vorteilhaft, daß durch das Rückschlagventil eine schnelle Wiederbefüllung des Druckraumes nach Rückkehr des Piezoaktors in seine Ausgangslage sowie nach Rückkehr des Nehmerkolbens in seine Ausgangslage und somit entstehender Volumenvergrößerung des Druckraums erfolgt. Durch den entstehenden Unterdruck wird das Rückschlagventil geöffnet und das Hydraulikfluid fließt schnell und rasch in den Druckraum nach. Die bewegliche Membran kann vorteilhaft dauerhaft abgedichtet werden, beispielsweise wenn es sich um eine dünne Metallmembran handelt, die durch Schweißnähte sowohl an dem Nehmerkolben als auch an einem Brennstoffeinspritzventilkörper befestigt werden kann. Die Dichtlinien selbst sind somit keine beweglichen Dichtlinien

40 und dauerhaft für die Lebenszeit abdichtbar. Die erforderliche Beweglichkeit erfolgt allein aus der Elastizität der Membran. Dabei ist insbesondere von Vorteil, daß die Membran der Beweglichkeit des Nehmerkolbens nicht entgegensteht, da in dem Aktorraum und in dem Brennstoffraum gleicher Druck herrscht und die Membran durch ihre Verformbarkeit sich in eine solche Stellung bewegt, das sie selbst keine Kräfte aus auftretenden Druckdifferenzen aufnehmen muß. Der Piezoaktor ist somit vor einem Kontakt mit dem Brennstoff sicher geschützt und kann durch das hochviskose Hydraulikfluid zugleich gekühlt werden, als auch gegen Verschleiß durch Kontaktreibung mit dem Gehäuse des Brennstoffeinspritzventils geschützt werden.

50 [0009] Durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

[0010] Vorteilhaft kann der Nehmerkolben wie auch der Geberkolben als ein Tiefziehteil aus Blech ausgebildet werden.

[0011] Durch die Verwendung eines eigenen Hydraulikfluids, das hochviskos ist, kann dessen Viskosität den zu erwartenden Ringspalten zwischen einem Führungszyylinder

und dem Geberkolben bzw. dem Nehmerkolben angepaßt werden und somit wird die Verwendung von kostengünstig zu fertigen Tiefziehteilen aus Blech möglich, die keine sehr geringen Toleranzen zulassen.

[0012] In einer günstigen Ausführungsform ist zumindest ein Teilabschnitt des Ringspalts zwischen Geberkolben oder Nehmerkolben und einem Führungszyylinder in der Einbaulage des Brennstoffeinspritzventiles in Steigrichtung eventueller Gasblasen an der höchstgelegenen Stelle des Druckraums angeordnet.

[0013] Da es montagebedingt nicht möglich ist, den Druckraum eines erfundungsgemäßen Kopplers bei der Herstellung des Brennstoffeinspritzventils völlig gasblasenfrei zu halten, ist es entscheidend, daß Gasblasen schnell entweichen können, die sich im Druckraum befinden. Durch das Rückschlagventil kann das Hydraulikfluid während des Betriebes nur während der kurzen Hubphasen über die Ringspalte aus dem Druckraum austreten. Wenn zumindest ein Teilabschnitt eines solchen Ringspaltes an der höchsten Stelle in Einbaulage angeordnet ist, so wird über die Betriebsdauer des Brennstoffeinspritzventils der Druckraum sicher von allen Gasblasen entleert. Durch die Anordnung des Aktors und somit des Aktorraums oberhalb des Kopplers in normaler Einbaulage ist auch das durch das Rückschlagventil nach einem Hub nachfließende Hydraulikfluid gasblasenfrei. Es kann nicht zu einer Verringerung des Hubes der Ventilnadel durch die ungewollte Kompression einer Gasblase im Druckraum kommen. Restliche Gasblasen werden sich mit der Zeit im oberen Bereich des Aktorraums anammeln und soweit komprimiert sein, wie es dem Druck entspricht, der in Aktorraum und Brennstoffraum gleich herrscht. Die unvermeidlich bei der Füllung während der Herstellung eines Brennstoffeinspritzventils entstehenden Gasblasen können dadurch nicht zu Funktionsausfällen und Störungen führen.

[0014] In einer günstigen Ausführungsform ist der Nehmerkolben mit dem Führungszyylinder dichtend und kraftschlüssig verbunden.

[0015] Indem beispielsweise der Führungszyylinder aus einem Tiefziehblechteil oder einem Rohrabschnitt besteht, der mit dem Nehmerkolben durch Verschweißen dichtend verbunden ist, entsteht ein einfaches Bauelement. Der Geberkolben wird in diesem becherartigen Bauelement geführt.

[0016] Alternativ ist es möglich, den Geberkolben und den Nehmerkolben mit unterschiedlichen Durchmessern und somit wirksamen Flächen zu versehen.

[0017] Dadurch kann eine Wegübersetzung bewirkt werden und der geringe Hub eines Piezoaktors in einem größeren Stellweg übersetzt werden.

[0018] In vorteilhafter Ausführung ist das Rückschlagventil ein Kugelrückschlagventil, dessen Ventilsitz an dem Geberkolben ausgebildet ist.

[0019] Ein Kugelrückschlagventil ist kostengünstig zu fertigen und kann bei geringer Baugröße gut in dem Druckraum angeordnet werden.

[0020] In günstiger Ausführungsform wird als Hydraulikfluid ein Silikonöl verwendet.

[0021] Eine Aktorfeder kann als Spiralfeder ausgebildet sein und den hydraulischen Koppler umschließen.

[0022] Die nötige Vorspannungskraft auf den Aktor kann somit in einer raumsparenden Anordnung bewirkt werden.

[0023] Vorteilhaft weist die Membrane eine in einem radialen Schnitt wellenförmige Kontur auf.

[0024] Dadurch wird bei einer Anordnung der Membrane in einer radialen Ebene, bezogen auf eine Symmetrieachse eines Brennstoffeinspritzventils, eine hohe axiale Verformbarkeit der Membrane erzeugt. Im Falle von Druckunterschieden zwischen dem Aktorraum und dem Brennstoff-

raum verformt sich die Membrane in axiale Richtung entlang ihrem radialen Schnitt so lange, bis Druckgleichheit herrscht. Ebenso paßt sie sich dadurch der Bewegung des Nehmerkolbens an, mit dem sie dichtend und kraftschlüssig verbunden ist.

### Zeichnung

[0025] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

[0026] Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfundungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils im Bereich des Aktors und Kopplers.

### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0027] Die Fig. 1 zeigt schematisch einen Ausschnitt eines Brennstoffeinspritzventils 1, wobei der Bereich eines piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktors 2 und eines Aktorraums 3, der über eine Verbindungsbohrung 4 mit einem unteren Aktorraum 5 in Verbindung steht, dargestellt sind. Der Aktor 2 ist in einem Aktorrahmen 6 angeordnet, das durch eine Verschlußplatte 7 begrenzt wird. Durch eine Bohrung 8 in der Verschlußplatte 7 sind elektrische Anschlüsse 9 hindurchgeführt und durch einen O-Ring 10 abgedichtet. Über diese elektrischen Anschlüsse 9 wird der Aktor 1 mit einer elektrischen Spannung angesteuert. Eine Aktorfeder 11 stützt sich auf eine Zwischenscheibe 12 ab und drückt einen Aktorkopf 13 gegen den Aktor 2, so daß dieser mit der Verschlußplatte 7 in Anlage kommt. An dem Aktorkopf 13 liegt ein Geberkolben 14 an, der in einem Führungszyylinder 15 geführt ist. Der Führungszyylinder 15 ist mit einem Nehmerkolben 16 durch eine Schweißnaht 17 dichtend und kraftschlüssig verbunden. Eine Kopplerfeder 18 übt auf den Geberkolben 14 eine Vorspannungskraft aus, die den Geberkolben 14 aus dem Führungszyylinder 15 herauszutreiben sucht. Der Geberkolben 14, der Führungszyylinder 15, der Nehmerkolben 16 und die Kopplerfeder 18 bilden den Koppler 19. Im Inneren des Kopplers 19 ist eine Rückschlagkugel 20 angeordnet, die über eine Rückschlagfeder 21 und eine Führungshülse 22 gegen einen Ventildichtsitz 23 in den Geberkolben 14 gedrückt wird. Die Rückschlagkugel 20, die Rückschlagfeder 21 und der Dichtsitz 23 bilden ein Rückschlagventil 24. Über Zulaufbohrungen 25 kann das Hydraulikfluid aus dem oberen Aktorraum 3 zu dem Ventildichtsitz 23 des Rückschlagventils 24 gelangen. Der Koppler 19 wird mit seinem Führungszyylinder 15 in eine Bohrung 26 der Zwischenscheibe 12 geführt. Über eine äußere Schweißnaht 27 ist eine Membran 29 mit der Zwischenscheibe 12 dichtend verbunden und über eine innere Schweißnaht 28 ist dieselbe Membran 29 mit dem Nehmerkolben 16 dichtend verbunden.

[0028] Die Membran 29 trennt einen Brennstoffraum 30 von dem unteren Aktorraum 5. Da der untere Aktorraum 5 über die Verbindungsbohrung 4 mit dem oberen Aktorraum 3 verbunden ist, herrscht in dem oberen Aktorraum 3, dem unteren Aktorraum 5 sowie dem Brennstoffraum 30 der gleiche Druck, wobei sich die Membran 29 soweit verformt, bis Druckausgleich hergestellt ist. Die Membran 29 folgt auch der Bewegung des Nehmerkolbens 16, und weiter radial außerhalb angeordnete Teile der Membran 29 vollführen hierbei eine gegenläufige Bewegung, so daß ebenfalls der Druckausgleich zwischen dem unteren Aktorraum 5 und dem Brennstoffraum 30 während einer Hubbewegung des Nehmerkolbens 16 erhalten bleibt. Die Hubbewegung des Nehmerkolbens 16 wird durch die Membran 29 nicht oder nur unwesentlich gehindert oder beeinflußt. Der Nehmer-

kolben 16 überträgt eine eventuelle Hubbewegung auf eine Ventilnadel 31.

[0029] Wenn an den Aktor 2 über die elektrisch Zuleitung 9 eine Spannung angelegt wird, so übt der Aktor 2 auf den Aktorkopf 13 eine Hubbewegung aus, die sich weiter auf den Geberkolben 14 des Kopplers 19 überträgt. Der Geberkolben 14 wird in das Innere des Führungszylinders 15 gedrückt, der mit dem Nehmerkolben 16 als einteiliges Tiefziehteil ausgebildet ist. Das Hydraulikfluid im Inneren eines durch den Nehmerkolben 16, den Führungszylinder 15 und den Geberkolben 14 gebildeten Druckraums 32 ist als hochviskose Flüssigkeit, beispielsweise ein Silikonöl, fast nicht kompressibel. Es kommt somit zu einem schnellen Druckanstieg im Druckraum 32, durch den die Rückschlagkugel 20 in den Dichtsitz 23 gepreßt wird und der Führungszylinder 15 mit dem Nehmerkolben 16 sich in der Bohrung 26 der Zwischenscheibe 12 in Richtung der Ventilnadel 31 bewegt und auf diese Ventilnadel 31 eine Hubkraft ausübt. Durch den zwischen den Geberkolben 14 und Führungszylinder 15 zwangsläufig bestehenden Ringspalt kann aufgrund der hohen Viskosität des Silikonöls nur eine geringe Menge Silikonöl in den oberen Druckraum 3 entweichen. Die Ventilnadel 31 des Brennstoffeinspritzventils 1 öffnet somit. Nach dem Abfallen der Spannung an dem Aktor 2, wird der Aktor 2 durch die Aktorfeder 11 über den Aktorkopf 13 zurück in seine Ausgangslage gedrückt. Ebenso kehrt die Ventilnadel 31 in ihre Ausgangslage zurück. Durch die Kopplerfeder 18 werden der Führungszylinder 15 und der Nehmerkolben 16 bis zum Anschlag an die Ventilnadel 13 gedrückt und der Geberkolben 14 bis zum Anschlag an den Aktorkopf 13 gedrückt. Da über den Ringspalt zwischen Geberkolben 14 und Führungszylinder 15 das Hydraulikfluid nicht rasch genug in den Druckraum 32 nachströmen kann, entsteht aufgrund der Kraft der Kopplerfeder 18 ein Unterdruck in dem Druckraum 32 und die Rückschlagkugel 20 wird aus dem Dichtsitz 23 angehoben. Von dem Aktorraum 3 kann über die Zulaufbohrungen 25 und den Dichtsitz 23 Silikonöl in den Druckraum 32 solange nachfließen, bis kein Unterdruck mehr herrscht und die Rückschlagfeder 21 die Rückschlagkugel 20 wiederum in den Dichtsitz 23 drückt. Der Koppler 19 paßt sich somit selbsttätig Längenveränderungen zwischen der Ruhelage der Ventilnadel 31 und des Aktorkopfes 13 an.

[0030] Vorteilhaft können die Eigenschaften des Silikonöls für den Koppler und der Verwendung in dem Aktorraum 3 optimiert werden. So kann durch die Einstellung einer geeigneten Viskosität erreicht werden, daß die Bauteile des Geberkolbens 14, des Führungszylinders 15 und des Nehmerkolbens 16 als kostengünstig zu fertigende Tiefziehbleche ausgeführt werden können, die relativ große Spaltmaße bedingen. Die beschriebene erfundungsgemäße Ausführungsform eines Brennstoffeinspritzventils 1 ermöglicht weiterhin eine sichere Abdichtung des Aktors 2 gegenüber dem Brennstoffraum 30, da die Dichtmembran 29 keine Druckkräfte aufnehmen muß. Durch die hier ebenfalls dargestellte Anordnung des Geberkolbens 14 in einer Einbaulage des Brennstoffeinspritzventils 1 derart, daß der unvermeidliche Ringspalt zwischen Geberkolben 14 und Führungszylinder 15 zumindest in einem Teil in der Aufstiegsrichtung von eventuellen Gasblasen im Druckraum 32 oben liegt, wird erreicht, daß im Langzeitbetrieb der Druckraum 32 gasblasenfrei ist und das Brennstoffventil 1 einwandfrei funktioniert. Gasblasen sammeln sich im Druckraum 32 oben an und im Falle eines Hubes des Aktors 2 werden zunächst die Gasblasen durch den Ringspalt hinausgedrückt. Im oberen Aktorraum 3 sammeln sich jedoch die Gasblasen in der Nähe der Verschlußplatte 7, an welcher Stelle sie die Funktionsfähigkeit des Brennstoffeinspritzventils 1 nicht

beeinträchtigen. Das über den Dichtsitz 23 nachströmende Hydraulikfluid ist daher gasblasenfrei. Nach kurzer Zeit befinden sich in dem Druckraum 32 keinerlei Gasblasen.

[0031] Weiterhin ist vorteilhaft, daß das Silikonöl sowohl auf den Aktor 2 wie auch alle anderen beweglichen Teile eine dämpfende Wirkung ausübt. Aufgrund der hohen Betätigungsrate von Brennstoffeinspritzventilen 1, die bei modernen Brennkraftmaschinen nötig ist, kann es zu Schwingungen kommen, die wirksam gedämpft werden.

10

## Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einem piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (2), der über einen hydraulischen Koppler (19) einen an einer Ventilnadel (31) ausgeformten Ventilschließkörper betätigt, der mit einer Ventilsitzfläche zu einem Ventildichtsitz zusammenwirkt, wobei der Koppler (19) einen Geberkolben (14) sowie einen Nehmerkolben (16) aufweist, die mit einem Druckraum (32) verbunden sind, der Druckraum (32) mit einem Hydraulikfluid gefüllt ist und eine Kopplerfeder (18) den Geberkolben (14) und den Nehmerkolben (16) auseinanderdrückt, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum (32) mit einem Aktorraum (3, 5) über ein Rückschlagventil (24) verbunden ist, dessen Sperrichtung zum Druckraum (32) gewandt ist, und daß der Aktorraum (3, 5) gegenüber einem Brennstoffraum (30) durch eine bewegliche Membran (29) abgedichtet ist.

2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Nehmerkolben (16) ein Tiefziehteil aus Blech ist.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Geberkolben (14) ein Tiefziehteil aus Blech ist.

4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teilabschnitt eines Ringspalts zwischen Geberkolben (14) oder Nehmerkolben (16) und einem Führungszylinder (15) in Einbaulage des Brennstoffeinspritzventils (1) in Steigrichtung eventueller Gasblasen an der höchstelegenen Stelle des Druckraums (32) angeordnet ist.

5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Nehmerkolben (16) mit dem Führungszylinder (15) dichtend und kraftschlüssig verbunden ist.

6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Geberkolben (14) und der Nehmerkolben (16) unterschiedliche wirksame Flächen aufweisen.

7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Rückschlagventil (24) ein Kugelrückschlagventil (24) ist.

8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ventilsitz (23) des Kugelrückschlagventils (24) an dem Geberkolben (14) ausgebildet ist.

9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Hydraulikfluid ein Silikonöl ist.

10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß um den hydraulischen Koppler (19) eine Aktorfeder (11) angeordnet ist, die auf den Aktor (2) eine Vorspannkraft ausübt.

60

65

11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktorfeder (11) eine Spiralfeder (11) ist.

12. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (29) eine im radialen Schnitt wellenförmige Kontur aufweist. 5

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

